

Impuls (System von Massenpunkten)

Gesamtimpuls: $\vec{p}_{\text{ges}} = \sum_{k=1}^N \vec{p}_k = \sum_{k=1}^N m_k \vec{v}_k$

Gesamtkraft: $\vec{F}_{\text{ges}}^{(a)} = \sum_{k=1}^N \vec{F}_k^{(a)}$

Schwerpunkt: $\vec{r}_{\text{SP}} = \frac{1}{m_{\text{ges}}} \sum_{k=1}^N m_k \vec{r}_k, \quad m_{\text{ges}} = \sum_{k=1}^N m_k$

Impuls-/Schwerpunktsatz:

$$\vec{F}_{\text{ges}}^{(a)} = \dot{\vec{p}}_{\text{ges}} \quad \overset{m_k = \text{konst.}}{\underbrace{=}} \quad m_{\text{ges}} \vec{a}_{\text{SP}}$$

Impulserhaltungssatz:

$$\vec{F}_{\text{ges}}^{(a)} = 0 \quad \curvearrowright \quad \vec{p}_{\text{ges}} = \text{konst.} \quad \overset{m_k = \text{konst.}}{\underbrace{\curvearrowright}} \quad \vec{v}_{\text{SP}} = \text{konst.}$$

Quizfrage 1

Sie sitzen in einem Kanu und treiben es durch Paddeln mit konstanter Geschwindigkeit voran. Was ist bei konstantem Wasserimpuls effizienter?

- A. Viel Wasser langsam nach hinten stoßen
- B. Wenig Wasser schnell nach hinten stoßen

Von **Newton #2** zu Impuls- & Energieerhaltung

Newton #2

$$\vec{F} = \dot{\vec{p}} = \frac{d}{dt} (m\vec{v}) = \frac{d}{dt} (m\dot{\vec{r}})$$

Bahnkurven-
berechnung

Zeitintegral

Wegintegral

Kraftstoß & Impuls

Arbeit & Energie

$$\vec{F}_{\text{ges}}^{(a)} = 0 \quad \curvearrowright \quad \vec{p}_{\text{ges}} = \text{konst.}$$

$$? \quad \curvearrowright \quad E_{\text{ges}} = \text{konst.}$$

Impulserhaltung

Energieerhaltung

Aussagen über Anfangs- & Endzustand
ohne Kenntnis der Bahnkurve

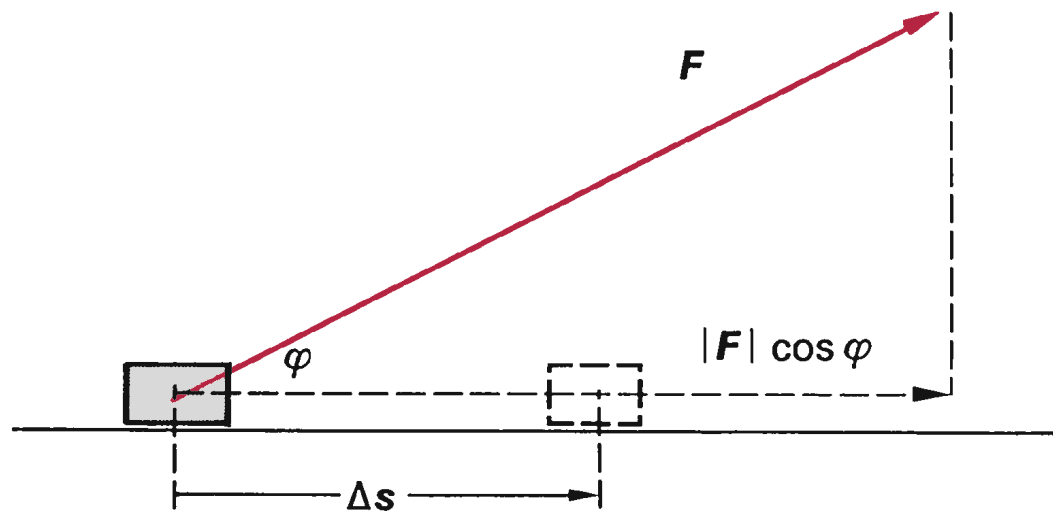


Abb. 2.31 Zur Definition der Arbeit

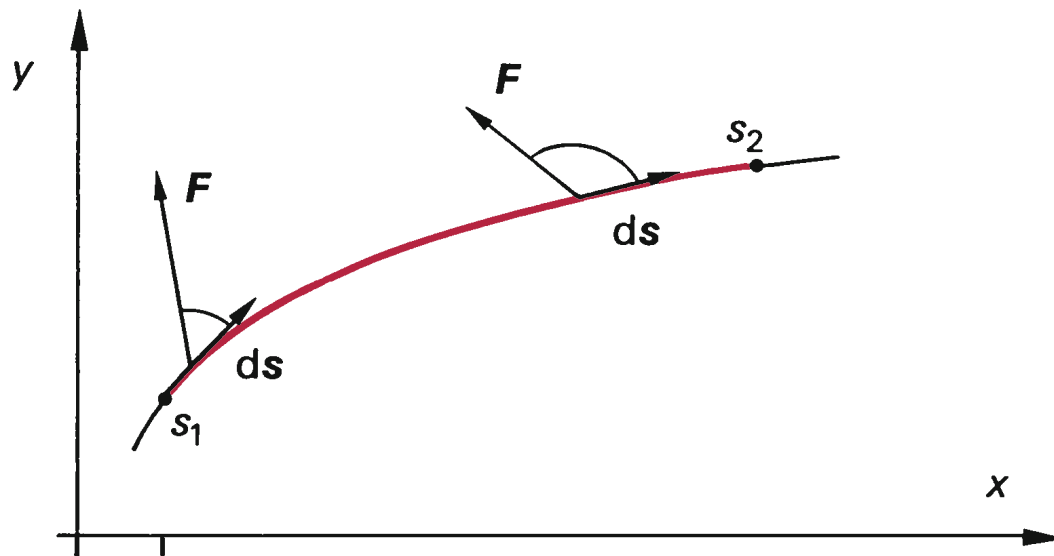
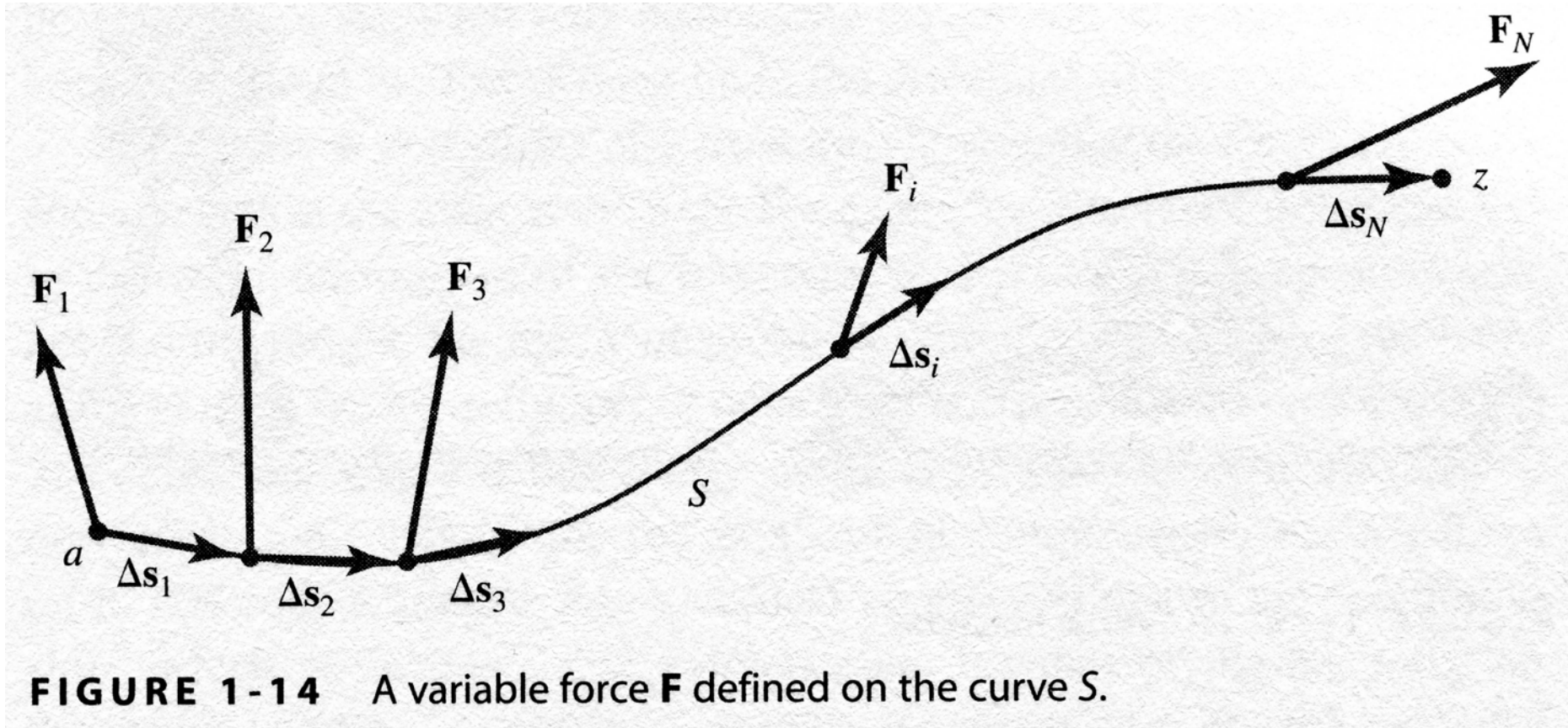


Abb. 2.32 Arbeit einer ortsabhängigen Kraft $F(x, y)$ längs des Wegs von $s_1(x_1, y_1)$ nach $s_2(x_2, y_2)$

Arbeitsintegral

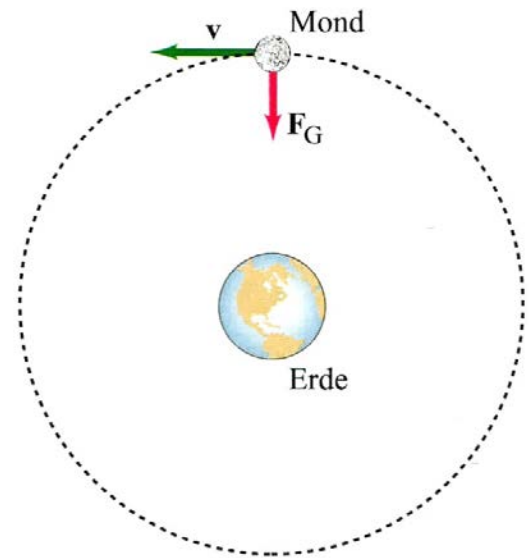
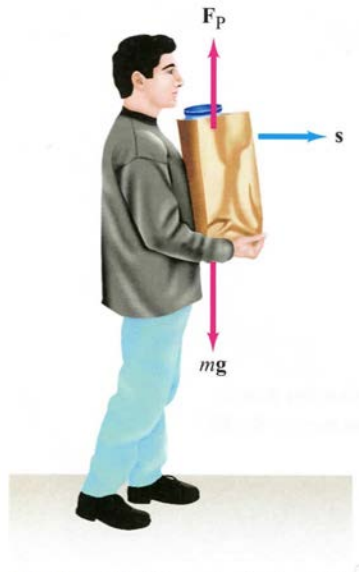


Quizfrage 2

Wird in diesen Beispielen Arbeit verrichtet?

A. Ja

B. Nein



Quizfrage 3

Sie heben ein Lehrbuch hoch. Was gilt für die Arbeit durch die Gewichtskraft?

A. < 0

B. $= 0$

C. > 0

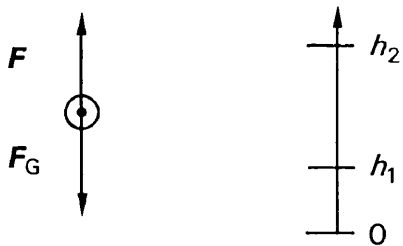
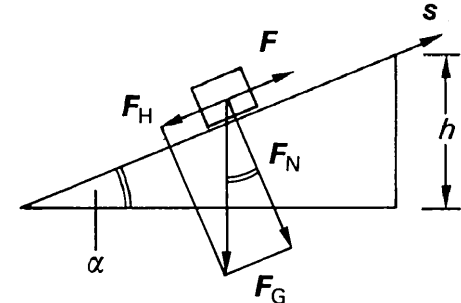
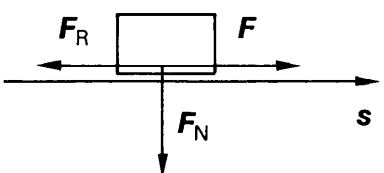
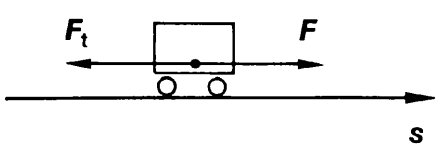
	Geometrie	erforderliche konstante Kraft	Weg	verrichtete Arbeit
Hubarbeit gegen Gewichtskraft F_G		$F = m g$	$s = h_2 - h_1 = h$	$W_{12} = m g h$ nur abhängig von der Höhendifferenz
Arbeit auf reibungsfreier schiefer Ebene gegen Hang- abtriebskraft F_H		$F = m g \sin \alpha$	$s = \frac{h}{\sin \alpha}$	$W_{12} = m g h$ nur abhängig von der Höhendifferenz
Festkörper- reibungsarbeit gegen Rei- bungskraft F_R		$F = \mu F_N$ $= \mu m g$	$s = s_2 - s_1$	$W_{12} = \mu m g s$ Reibungszahl μ auf Weg konstant
Beschleuni- gungsarbeit ohne Reibung gegen Träg- heitskraft F_t		$F = m a$	$s = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 a}$	$W_{12} = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$ nur abhängig von Anfangs- und End- geschwindigkeit

Abb. 2.33 Arbeit gegen ortsunabhängige Kräfte

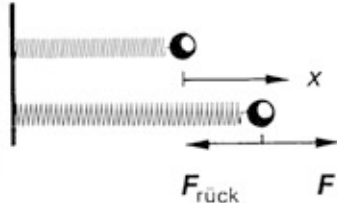
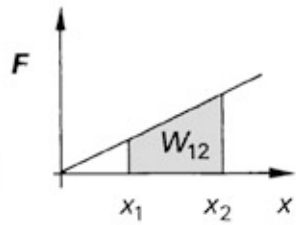
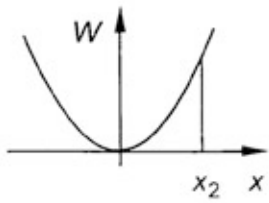
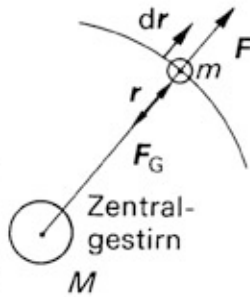
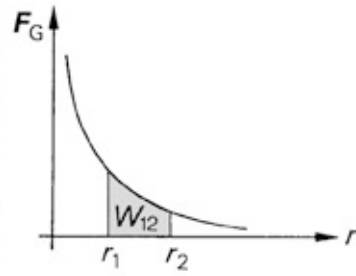
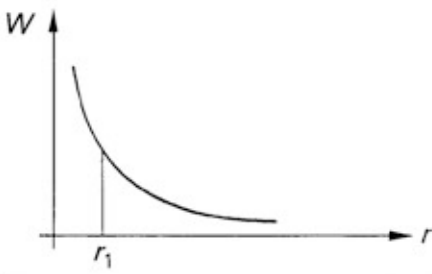
	System	Kraftgesetz	Arbeit
Verformungs- arbeit	Feder-Masse-System 	$F_{\text{rück}} = -k x$ 	$W_{12} = \frac{1}{2} k (x_2^2 - x_1^2)$ normiert: $W = 0$ für $x_1 = 0$ 
Hubarbeit gegen die Gravitations- kraft	Zentralgestirn und Satellit 	$F_G = -G \frac{m M}{r^2} \frac{r}{r}$ 	$W_{12} = G M m \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$ normiert: $W = 0$ für $r_2 \rightarrow \infty$ 

Abb. 2.34 Arbeit gegen ortsabhängige Kräfte

Quizfrage 4

Ein Elektron, auf das eine elektrische, magnetische und Gravitationskraft wirken, bewegt sich gleichförmig geradlinig. Was gilt für die Gesamtarbeit?

A. < 0

B. $= 0$

C. > 0

Quizfrage 5

Zwei Gleiter mit Masse m und $2m$ werden auf einer Luftkissenbahn über 1 m durch die gleiche Kraft beschleunigt. Welcher hat die höhere E_{kin} ?

- A. Gleiter mit Masse m
- B. Gleiter mit Masse $2m$
- C. Beide gleich

Quizfrage 6

Beim CAU-Hochhauslauf überwindet eine Läuferin ($m = 60 \text{ kg}$) einen Höhenunterschied von 50 m in 1 min. Wie ist ihre mittlere Leistung?

- A. 300 W
- B. 360 W
- C. 500 W
- D. 600 W

Quizfrage 7

Sie wollen die Höchstgeschwindigkeit eines Autos um 30% steigern. Um wieviel Prozent müssen Sie die Motorleistung erhöhen?

- A. $\approx 30\%$
- B. $\approx 70\%$
- C. $\approx 120\%$
- D. $\approx 190\%$

Quizfrage 8

Wie viel PS hat ein 2200-Watt-Föhn?

A. 0.5

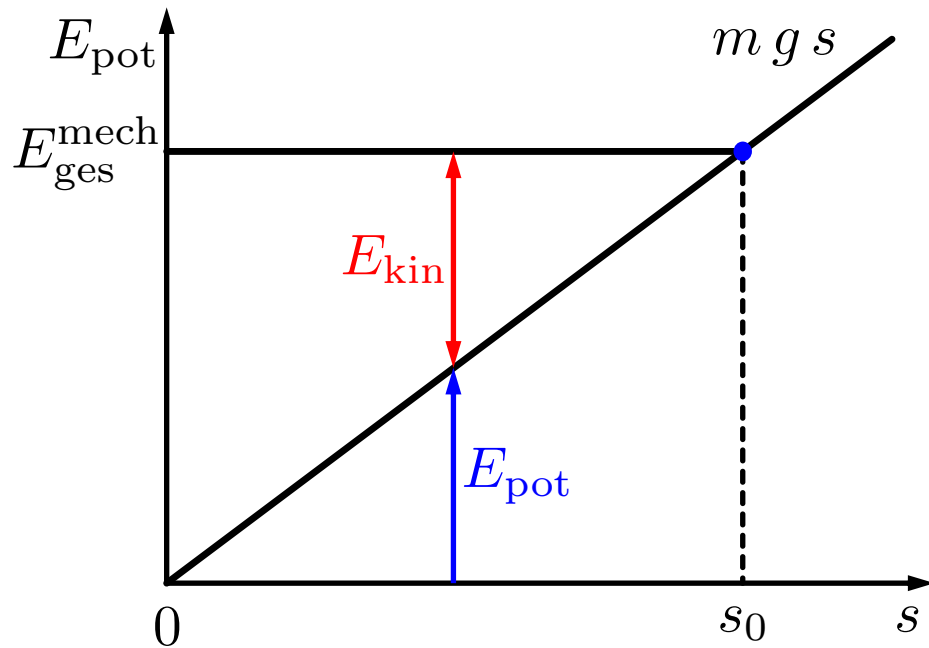
B. 1

C. 3

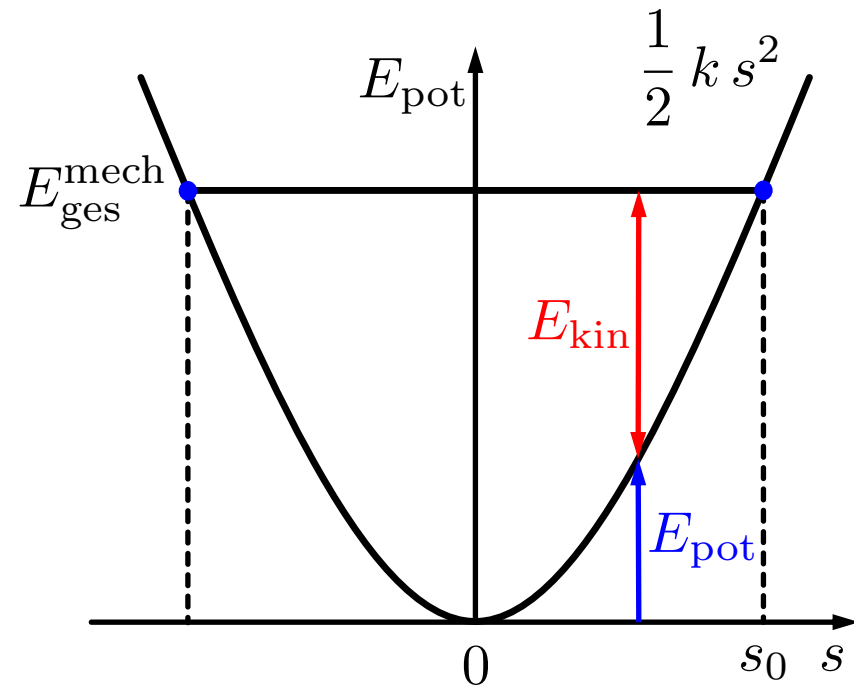
D. 5

Energiediagramme

Freier Fall



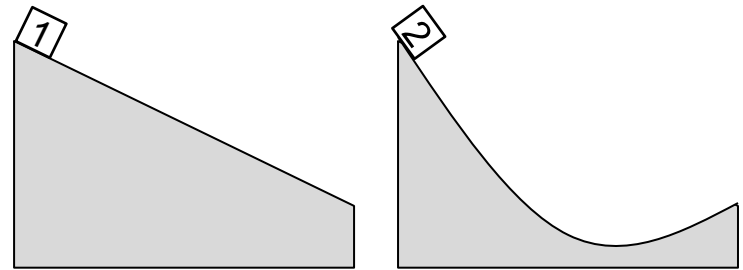
Feder-Masse-Schwingung



Quizfrage 9

Zwei Körper gleicher Masse gleiten die gezeigten reibungsfreien Rampen hinab. Welcher Körper hat am Ende die höhere Geschwindigkeit?

- A. Körper 1
- B. Körper 2
- C. Beide gleich



Quizfrage 10

Sie stehen aus der Hocke auf. Wie lautet der Energiesatz?

A. $\Delta E_{\text{pot}} = F_G \Delta h$

B. $\Delta E_{\text{chem}} + m g \Delta h = 0$

Quizfrage 11

Eine Tafel Schokolade ($m = 100 \text{ g}$) wird von 0 auf 100 m gehoben, von 0 auf 100 m/s beschleunigt und verbrannt. Welche Energieänderung ist am größten?

A. ΔE_{pot}

B. ΔE_{kin}

C. ΔE_{chem}

Newton #2 versus Impuls- & Energieerhaltung

Differential-
prinzip

$$\vec{F} = \dot{\vec{p}}$$

vollständige
Bahnkurve
 $\vec{r}(t)$

$$\vec{F}_{\text{ges}}^{(a)} = 0 \quad \curvearrowright$$

$$W = 0, \vec{F} \text{ konservativ} \quad \curvearrowright$$

Integral-
prinzipien

$$\vec{p}_{\text{ges}} = \text{konst.}$$

$$E_{\text{ges}} = \text{konst.}$$

Anfangs- & Endzustände
ohne Kenntnis von
 $\vec{r}(t)$